

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 58-085572

(43)Date of publication of application : 21.05.1983

(51)Int.Cl.

H01L 29/81

(21)Application number : 56-182980

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 17.11.1981

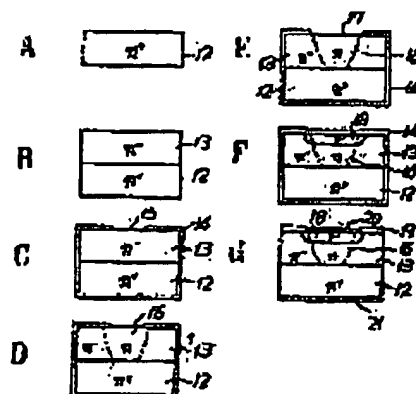
(72)Inventor : YANAGISAWA KAZUMUKI

## (54) PLANAR TYPE DIODE AND MANUFACTURE THEREOF

## (57)Abstract:

PURPOSE: To lower the forward voltage drop of a planar type diode and to enhance the reverse withstand voltage by forming a region of different impurity density in a region having lower impurity density of two adjacent regions at both sides of a p-n junction.

CONSTITUTION: A substrate 12 of a planar type diode is formed in n<sup>+</sup> type, and an n<sup>-</sup> type semiconductor layer 13 is formed on the substrate 12. The entire surfaces of the substrate 12 and the layer 13 are covered with an oxidized film 14, the film 14 is then partly removed, thereby forming a hole 15 for diffusing an n type impurity, the impurity is diffused from the hole 15, thereby forming the first n type diffused surface region in the layer 13. A hole 17 is formed to surround completely the hole 15 for forming the first n type diffused surface region 16, p type impurity is diffused from the hole 17, thereby forming the second p<sup>+</sup> type diffused surface region 18 shallower than the region 16. Further, the surface protective film 19 of only necessary position is allowed to remain, and electrodes 20 and 21 are respectively formed on the region 18 and substrate 12.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

Best Available Copy

⑨ 日本国特許庁 (JP)  
 ⑩ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開  
 昭58—85572

⑫ Int. Cl.<sup>3</sup>  
 H 01 L 29/91

識別記号

庁内整理番号  
 7638—5F

⑬ 公開 昭和58年(1983)5月21日

⑭ 発明の数 2  
 ⑮ 審査請求 未請求

(全 4 頁)

⑯ プレーナ型ダイオードおよびその製造方法

2号オリンパス光学工業株式会  
 社内

⑰ 特 願 昭56—182980

⑱ 出 願 人 オリンパス光学工業株式会社  
 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番  
 2号

⑲ 出 願 昭56(1981)11月17日

⑳ 発 明 者 柳沢一向

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目43番

㉑ 代 理 人 弁理士 杉村曉秀 外 1 名

明 細 書

1. 発明の名称 プレーナ型ダイオードおよびそ  
 の製造方法

2. 特許請求の範囲

1. 一導電型の半導体基体と、この基体の一方  
 の表面に隣接し、基体内部へ存在する反対導  
 電型の表面領域とを具えるプレーナ型ダイオ  
 ードにおいて、前記一導電型の基体と反対導  
 電型の表面領域との境界面に形成される pn  
 接合の、前記両体表面とほぼ平行に存在する  
 部分の下側にある基体部分の不純物濃度を基  
 体の他の部分の不純物濃度よりも高くしたこ  
 とを特徴とするプレーナ型ダイオード。

2. 一導電型の半導体基体上に、一導電型でか  
 つ不純物濃度が前記半導体基体の不純物濃度  
 よりも高い半導体層を形成し、この半導体層  
 の表面から前記半導体層の不純物濃度よりも  
 高い不純物濃度を有する一導電型の第 1 表面  
 領域を形成し、前記半導体層の表面から、前  
 記第 1 表面領域の表面領域を隔るが第 1 表面

領域よりも高い反対導電型の第 2 表面領域を  
 形成することを特徴とするプレーナ型ダイオ  
 ードの製造方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、一導電型の半導体基体と、この基  
 体の一方の表面に隣接し、基体内部へ存在する反  
 対導電型の表面領域とを具えるプレーナ型ダイ  
 ードおよび前記プレーナ型ダイオードの製造方  
 法に関するものである。

このようなプレーナ型ダイオードは既知であり、  
 例えば第 1 図に示すような構造のものが知られて  
 いる。このプレーナ型ダイオード 1 を製造するに  
 当つては、n<sup>+</sup>型半導体基板 2 の上に n 型半導体  
 層 3 を、例えばエピタキシャル成長により形成し、  
 この半導体層 3 内に、例えば拡散により p<sup>+</sup>型表  
 面領域 4 を形成して pn 接合 5 を形成する。次に半  
 導体層 3 の表面には、窒化膜、酸化膜、ポリイ  
 ド系被膜などから成る表面保護膜 6 を被覆する。  
 さらに p<sup>+</sup>型表面領域 4 および n<sup>+</sup>型基板 2 の表面  
 に、例えば金属蒸着により電極 7 および 8 を設け

る。

このようなプレーナ型ダイオードにおいて、順方向電圧降下は、 $n$ 型半導体層 3 の、 $p^+$ 型電極領域 4 の直下にある部分の抵抗、すなわち不純物濃度で決まり、この順方向電圧降下を低くするためには  $n$ 型半導体層 3 の不純物濃度を高くして抵抗を低くする必要がある。一方、ダイオードの逆方向耐電圧は  $n$ 型半導体層 3 の不純物濃度が低い程高くなる。このように  $n$ 型半導体層 3 に課せられる条件は相反することになり、そのため順方向電圧降下が低く、しかも逆方向耐電圧が高いプレーナ型ダイオードは従来得られなかった。

本発明の目的は  $pn$  接合を挟んで隣接する 2 つの領域の内、不純物濃度の低い領域に不純物濃度の高い領域を形成することにより順方向の電圧降下を低くすると共に逆方向の耐電圧を高くすることが出来るプレーナ型ダイオードを提供しようとするものである。

本発明は、一導電型の半導体基板と、この基板の一方の表面に隣接し、基板内部へ導在する反対

特開458-05572(2)

導電型の表面領域とを具えるプレーナ型ダイオードにおいて、前記一導電型の基板と反対導電型の表面領域との境界面に形成される  $pn$  接合の前記基板表面とほぼ平行に延在する部分の下側にある基板部分の不純物濃度を基板の他の部分の不純物濃度よりも高くしたことを特徴とするものである。

さらに本発明の目的は上述したプレーナ型ダイオードを簡単な工程で製造し得る方法を提供するものである。

本発明のプレーナ型ダイオードの製造方法は、一導電型の半導体基板上に、一導電型でかつ不純物濃度が前記半導体基板の不純物濃度よりも高い半導体層を形成し、この半導体層の表面から前記半導体層の不純物濃度よりも高い不純物濃度を有する一導電型の第 1 表面領域を形成し、前記半導体層の表面から、前記第 1 表面領域の表面区域を囲むが第 1 表面領域よりも低い反対導電型の第 2 表面領域を形成することを特徴とするものである。

プレーナ型ダイオードの逆方向耐電圧は、第 1 図に示した  $n$ 型半導体層 3 の不純物濃度で決まる

のであるが、さらに詳しく検討すると、プレーナ型ダイオードに逆バイアスした際に電界の集中する  $n$ 型半導体層 3 の表面部分 9 の不純物濃度に主として依存することを確めた。したがって本発明では、 $n$ 型半導体層 3 の表面部分 9 の不純物濃度を低くして、この部分の抵抗を高くすることにより逆方向耐電圧を高くすることが出来るという事項に着目したものである。

以下、図面を参照して本発明を詳細に説明する。

第 1 図 A ~ C は本発明のプレーナ型ダイオードの順次の製造工程を示すものである。先ず第 2 図 A に示すようにプレーナ型ダイオードの基板 12 として使用するウエハを用意する。本例ではこの基板 12 を  $p^+$ 型とし、その不純物濃度を  $10^{18} \text{ cm}^{-3}$  以上とする。次に第 2 図 B に示すように  $p^+$ 型基板 12 の上に  $n^+$ 型半導体層 11 をエピタキシャル成長、蒸着などの方法で形成する。このとき  $n^+$ 型半導体層 11 の  $n$ 型不純物濃度は、典型的には  $10^{23} \sim 10^{25} \text{ cm}^{-3}$  の範囲とする。また、前記  $n^+$ 型半導体層 11 の厚みは目的に応じて選択されるが、多くの

場合  $5 \sim 500 \text{ \AA}$  の範囲である。次に第 2 図 C に示すように基板 12 の上および半導体層 11 の表面全体を酸化膜 14 で覆い、その酸化膜 14 を部分的に除去して  $n$ 型不純物拡散用の開口部 15 を形成する。この開口部 15 より  $n$ 型不純物を拡散させ、 $n^+$ 型半導体層 11 の中に  $n$ 型第 1 拡散表面領域 16 を形成する。このとき  $n$ 型第 1 拡散表面領域 16 の不純物濃度は  $10^{18} \sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$  とするのが望ましい。また、 $n$ 型第 2 拡散表面領域 16 は  $n^+$ 型基板 12 に通するまで拡散するのが好適である。この状態を第 2 図 D に示す。次に第 2 図 E に示すように、第 1 の  $n$ 型拡散表面領域 16 を形成するための開口部 15 を完全に囲むように開口部 17 をあけ、この開口部 17 より  $p$ 型不純物を拡散し、第 1 拡散表面領域 16 よりも低い第 2 の  $p^+$ 型拡散表面領域 18 を形成する。このときの  $p$ 型不純物濃度は  $10^{18} \text{ cm}^{-3}$  以上とする。この第 2 拡散表面領域 18 は第 1 拡散表面領域 16 の表面区域を完全に囲むことになる。この状態を第 2 図 F に示す。さらに必要箇所の表面保護膜 19 のみを形成し、 $p^+$ 型拡散表面領域 18 および  $n^+$ 型基板

にそれぞれ極端なおよびを形成する。尚、腐蝕保護膜19としては、前工程まで利用してきた酸化膜18をそのまま使つてもよいし、又、PSG、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 膜さらにはポリイミド系塗膜で新たに形成してもよい。このようにしてできたプレーナ型ダイオードを第2図Gに示す。

以上述べてきたような本発明の方法により、 $\text{p}^+$ 型拡散受肉領域18直下の $\text{p}^-$ 型中導体層13の部分に、 $\text{n}^-$ 型半導体層14の底部より不純物濃度の高い $\text{n}^-$ 型拡散受肉領域16を作ることにより、ダイオードの順方向電圧降下を小さくすることができる。また、逆方向耐圧については、耐圧を決定する $\text{n}^-$ 半導体層14の受肉部分22の不純物濃度は $\text{n}^-$ 型半導体層14と同様に保たれているので、逆耐圧を高くすることができる。このようにして本発明によれば順方向電圧降下を低くすることができると共に逆方向耐圧を高くすることができ、相反する両方を同時に解決することができる。

本発明は上述した例にのみ限定されるものではなく、種々の変更が可能である。上述した実施例

マスクとして使う酸化膜17で覆つたのち、一方の表面の酸化膜を除去し、次に酸化膜17の新しい表面から $\text{p}^-$ 型不純物を拡散して $\text{n}^+$ 型拡散層12を形成し、最後に酸化膜17を全て除去することにより第3図Bに示すような $\text{n}^-/\text{n}^+$ 構造を造ることもできる。いずれの方法を取つても、第3図Bに示した $\text{n}^-/\text{n}^+$ 構造の基板を作ることが出来る。

さらに、第2図Dで形成した $\text{n}^-$ 型拡散表面領域16は $\text{n}^+$ 型基板12にぶつかると形成するのが望ましいが、第4図に示すように、 $\text{n}^-$ 型拡散表面領域16が $\text{n}^+$ 型基板12にとどこなくとも、順方向電圧降下が改善されるのは明らかである。

また、上述した例では $\text{n}^-$ 型領域16および $\text{p}^+$ 型領域18はともに拡散領域としたが、その設け方またはいずれか一方をイオン注入により形成することもできる。さらに $\text{n}^+$ 型基板12と $\text{n}^-$ 型半導体層14の境界面に $\text{n}^-$ 型埋込領域を形成することもできる。上述したように本発明によれば、プレーナ型ダイオードの順方向電圧降下を小さくしながら、同時に逆方向の耐圧を向上させることができる。

特開明58-05572(3)

では $\text{n}^+$ 型基板12を出発材料として用いたが、基板を $\text{p}^+$ 型として素子を作成することも可能である。この場合には $\text{p}^-$ 、 $\text{n}^-$ が全て逆転するだけで、第2図A～第2図Dに示した製造工程をそのまま適用することができる。また、上述した例ではプレーナ型ダイオード単体について説明したが、ウエハ上に複数個のダイオードが含まれる場合、さらには、耐圧を必要とするpn接合が表面に露出したプレーナ型素子であれば、サイリスタ、トランジスタ等にも容易に拡張することが出来る。さらに第2図Bに示す $\text{n}^-/\text{n}^+$ 構造を実現する方法としては、前述した方法の他に、第3図に示す方法でも可能である。第3図A～第3図Dに示す方法では、第3図Aに示すように $\text{p}^-$ 型基板12を準備し、この基板の表面から $\text{n}^-$ 型不純物の拡散により第3図Bに示すように $\text{p}^+$ 型拡散層12、14を形成した後、いずれか一方の $\text{n}^+$ 型拡散層、例えば拡散層12をラッピング又はエッチングで除去して、第3図Cに示す $\text{n}^-/\text{n}^+$ 構造を造ることができる。また第3図Dに示すように $\text{n}^-$ 型基板12表面を拡散

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来のプレーナ型ダイオードの構成を示す断面的断面図、

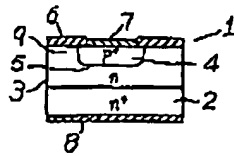
第2図A～Gは本発明によるプレーナ型ダイオードの製造方法の順次の工程を示す断面的断面図、

第3図A～Dは第2図Bに示す $\text{n}^-/\text{n}^+$ 構造の製造方法の他の例を示す断面的断面図、

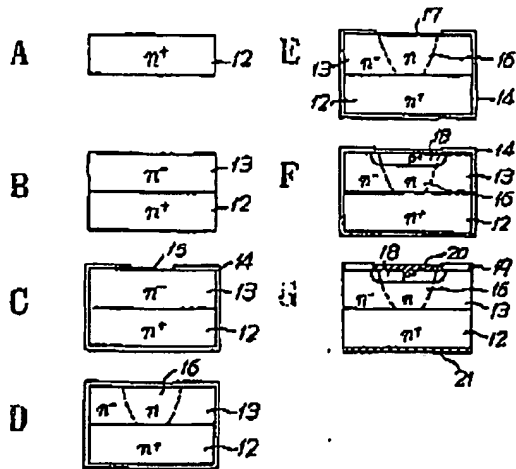
第4図は本発明によるプレーナ型ダイオードの他の例の構成を示す断面的断面図である。

12... $\text{n}^+$ 型基板、13... $\text{n}^-$ 型半導体層、14... $\text{n}^-$ 型第1拡散領域、18... $\text{p}^+$ 型第2拡散領域。

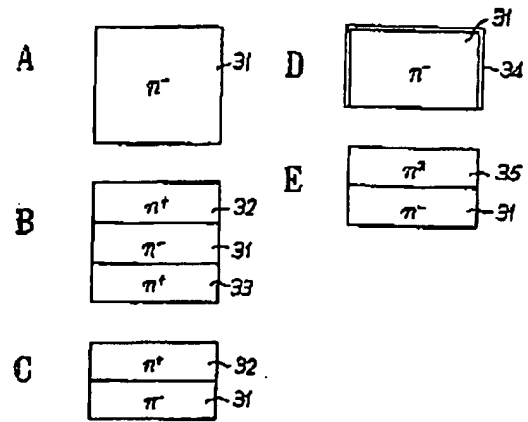
第 1 圖



第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖

